

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Pengambilan Ceker Ayam Broiler

Ceker ayam broiler yang digunakan dalam penelitian ini berasal dari Desa Karangwader, Kecamatan Penawangan, Kabupaten Grobogan. Ceker ayam broiler diambil dalam keadaan siap panen berumur sekitar 5-6 minggu, yang diambil secara acak dalam keadaan bersih, segar, dan tidak busuk. Sampel ceker ayam yang diambil tidak segar, hal ini dapat berdampak signifikan terhadap kandungan kolagen yang ada di dalamnya. Ceker ayam yang tidak segar menurunkan kuantitas dan kualitas kolagen yang diperoleh (Santosa *et al.*, 2018).

Pertumbuhan mikroorganisme pada ceker ayam yang tidak segar dapat mempercepat proses pembusukan dan degradasi protein, termasuk kolagen. Paparan suhu yang tidak sesuai dan waktu penyimpanan yang terlalu lama juga memperburuk kondisi kolagen melalui proses denaturasi atau oksidasi, akibatnya hasil ekstraksi kolagen menjadi lebih rendah, dan kualitas produk akhir, seperti elastisitas atau kelarutannya menurun. Mencegah terjadinya hal ini, penting untuk menggunakan sampel segar dan menyimpan ceker ayam pada suhu rendah sebelum proses ekstraksi dimulai, sehingga kandungan kolagen tetap terjaga secara optimal (Suryati *et al.*, 2017).

B. Hasil Pengeringan Ceker Ayam Broiler

Tabel 3. Rendemen berat ceker kering terhadap berat ceker segar

Berat basah (g)	Berat kering (g)	Rendemen (%)	Literatur (%) (Suryati <i>et al.</i> , 2017)
3.500	1.180	33,71	13,96

Ceker ayam dikeringkan dengan oven pada suhu 40°C selama 2 x 24 jam, hal ini dilakukan untuk mengurangi kadar air sehingga mencegah pertumbuhan jamur dan bakteri, serta mencegah bekerjanya enzim dan perubahan kimia yang dapat mempengaruhi mutu.

Berdasarkan data yang diperoleh berat kering yang didapat sebesar 1.180 gram dari berat basah sebanyak 3.500 gram. Rendemen berat ceker kering terhadap berat ceker basah sebesar 33,71% b/b. Rendemen yang diperoleh lebih besar dibandingkan dengan penelitian yang sebelumnya dari Suryati *et al.*, (2017) rendemen berat ceker kering hanya diperoleh 13,96% b/b, besarnya rendemen ceker kering yang diperoleh beberapa faktor utama yang berkaitan dengan kualitas bahan

baku dan proses pengolahan. Faktor pertama adalah kadar air awal pada ceker ayam. Ceker dengan kadar air yang tinggi cenderung menghasilkan rendemen kering yang lebih rendah karena kehilangan air selama proses pengeringan. Faktor kedua adalah metode dan durasi pengeringan yang digunakan, di mana pengeringan yang tidak optimal dapat menyebabkan hasil yang tidak maksimal. Suhu pengeringan juga sangat berpengaruh, karena suhu yang terlalu tinggi dapat merusak komponen penting seperti protein, sementara suhu yang terlalu rendah tidak efektif mengurangi kadar air, maka dari itu suhu yang digunakan harus tepat yaitu sekitar suhu 40°C (Miskiyah *et al.*, 2022)

C. Hasil Pembuatan Serbuk Ceker Ayam Broiler

Ceker ayam yang sudah dikeringkan, kemudian diserbuk menggunakan blender untuk memperkecil ukuran partikel sehingga luas permukaan partikel yang kontak dengan pelarut semakin besar. Berat serbuk yang diperoleh sebesar 1.170 gram dari berat ceker kering sebesar 1.180 gram, sehingga rendemen berat serbuk terhadap berat ceker kering adalah sebesar 99,15%.

Tabel 4. Rendemen berat serbuk terhadap berat ceker kering

Berat kering (g)	Berat serbuk (g)	Rendemen (%)	Literatur (%) (Siregar <i>et al.</i> , 2015)
1.180	1.170	99,15	99,07%

Rendemen serbuk ceker yang yang diperoleh adalah 99,15% angka ini lebih besar dari penelitian Siregar *et al* (2015) yang hanya mendapatkan 99,07%. Banyak dan sedikitnya rendemen serbuk ceker yang diperoleh karena dipengaruhi oleh beberapa faktor selama proses pengolahan. Salah satu faktor utama adalah kadar air awal pada ceker ayam, di mana bahan dengan kadar air yang lebih tinggi cenderung menghasilkan rendemen lebih rendah setelah pengeringan. Metode dan durasi pengeringan juga memengaruhi variasi rendemen, karena pengeringan yang tidak sempurna dapat meninggalkan sisa kelembapan yang berdampak pada berat akhir serbuk. Selain itu, kualitas bahan baku, seperti tingkat kesegaran dan kandungan lemak, turut menentukan hasil rendemen. Ceker dengan kandungan lemak tinggi biasanya memberikan rendemen lebih rendah karena lemak sulit terdehidrasi selama pengeringan (Santoso dan Nurcahyo, 2019).

D. Hasil Identifikasi Serbuk Ceker Ayam Broiler

Identifikasi serbuk ceker ayam broiler dilakukan secara organoleptis untuk mengetahui sifat fisik dari serbuk ceker ayam. Pemeriksaan ini meliputi bentuk, warna, dan bau dari serbuk ceker ayam broiler. Hasil pemeriksaan organoleptis menunjukkan bahwa serbuk ceker ayam baik untuk digunakan dalam penelitian karena mempunyai bentuk, warna, bau yang sesuai.

Tabel 5. Hasil identifikasi serbuk ceker ayam broiler

Organoleptis	Hasil	Literatur (Utubira, 2022)
Bentuk	Serbuk kasar	Serbuk kasar
Warna	Coklat	Coklat
Bau	Bau khas ceker	Bau khas ceker

Hasil identifikasi serbuk ceker ayam broiler, bentuk serbuk kasar bertekstur, berwarna coklat, dan memiliki bau khas ceker. Hasil identifikasi sesuai dengan penelitian dari Utubira (2022), serbuk ceker bertekstur kasar, berwarna coklat dan berbau khas ceker. Hal ini membuktikan bahwa serbuk ceker yang dihasilkan sudah sesuai dengan yang diharapkan sehingga dapat digunakan dalam penelitian.

E. Hasil Pembuatan Kolagen Ceker Ayam Broiler

Hasil rendemen kolagen ceker ayam broiler dapat dilihat pada tabel 6.

Tabel 6. Rendemen kolagen ceker ayam

Berat serbuk (g)	Kolagen (g)	Rendemen (%)	Literatur (%) (Febrina <i>et al</i> , 2015)
900	114,71	12,74	5,16

Ekstraksi kolagen dilakukan dengan menggunakan metode maserasi menggunakan asam asetat 5%. Hal ini dikarenakan metode maserasi lebih mudah dilakukan dibandingkan dengan metode lain. Metode maserasi menggunakan alat yang sederhana dan dapat menghasilkan rendemen yang tinggi (Febrina *et al*, 2015). Pemilihan asam asetat dikarenakan konsentrasi asam asetat dapat mengubah pH yang mengatur kerapatan muatan protein dan memodifikasi interaksi elektrostatis serta struktur protein, (Pasaribu *et al*, 2021). Berdasarkan penelitian Santosa *et al* (2018), juga menyatakan bahwa asam asetat dapat menghasilkan rendemen yang lebih banyak dibandingkan dengan asam yang lain.

Hasil kolagen yang diperoleh yaitu sebanyak 114,71 gram, dengan rendemen kolagen ceker ayam broiler sebesar 12,74%. Kolagen yang diperoleh lebih besar dari penelitian sebelumnya sebesar 5,16%. Penggunaan ceker ayam keseluruhan dapat menambah persentase kolagen yang berhasil diekstraksi. Variasi pada alat yang digunakan, seperti lama waktu ekstraksi atau pengendapan, turut memengaruhi jumlah kolagen yang terisolasi. Perbedaan spesifikasi bahan dan metode ini menjadi alasan utama mengapa rendemen kolagen dalam penelitian terkini lebih besar dibandingkan hasil penelitian sebelumnya (Febrina *et al*, 2022). Pada penelitian sebelumnya hanya menggunakan tulang ceker ayam saja sehingga hanya mendapatkan rendemen sebanyak 5,16, sedangkan pada penelitian ini menggunakan ceker ayam keseluruhan sehingga mendapatkan hasil rendemen yang lebih tinggi karena di dalam kulit ceker ayam juga mengandung kolagen yang cukup banyak.

Rendemen kolagen ceker ayam broiler yang diperoleh sudah cukup tidak terlalu rendah dan tidak terlalu tinggi. Rendemen yang terlalu rendah menunjukkan bahwa proses ekstraksi masih kurang optimal, sehingga akan membutuhkan bahan baku yang lebih banyak untuk menghasilkan rendemen yang sama, hal ini dapat meningkatkan biaya produksi. Sebaliknya jika rendemen yang diperoleh terlalu tinggi, menunjukkan bahwa proses ekstraksi kurang selektif dan dapat meningkatkan kebutuhan pemurnian lebih lanjut (Febrina *et al.*, 2015)

F. Hasil Identifikasi Kolagen Ceker Ayam Broiler

1. Hasil organoleptis

Organoleptis merupakan salah satu faktor penilaian sifat fisik dari suatu produk. Uji organoleptis memiliki hubungan yang tinggi dengan mutu produk karena berhubungan langsung dengan selera konsumen (Agustin dan Sompie, 2015). Hasil pengukuran pH kolagen dapat dilihat pada tabel 7.

Tabel 7. Hasil organoleptis kolagen ceker ayam broiler.

Organoleptis	Hasil	Literatur (Santosa <i>et al.</i> , 2018)
Bentuk	Serbuk halus	Serbuk halus
Warna	Putih	Putih
Bau	Khas	Khas

Kolagen yang dihasilkan pada penelitian ini berupa serbuk halus, berwarna putih, dan memiliki bau yang khas. Hasil pemeriksaan organoleptis menunjukkan bahwa kolagen ceker ayam baik untuk

digunakan dalam penelitian karena mempunyai bentuk, warna, bau yang sesuai dengan penelitian yang sebelumnya.

2. Hasil penetapan pH

pH kolagen merupakan derajat keasaman yang dijadikan sebagai salah satu parameter penting dalam standar mutu kolagen karena nilai pH juga berpengaruh pada kelarutan kolagen. Pengukuran pH dilakukan dengan cara menimbang 1 gram sampel kolagen dan ditambah dengan 50 mL aquadest, kemudian diaduk sampai kolagen larut dalam air, sehingga kolagen dapat diukur dengan menggunakan pH meter (Devi, 2017). Hasil pengukuran pH kolagen dapat dilihat pada tabel 8.

Tabel 8. Hasil penetapan pH kolagen ceker ayam broiler

Replikasi	pH	Pustaka (SNI)
1	6,87	Memenuhi syarat jika dalam rentang 6,5-8
2	6,92	
3	6,89	
Rata-rata ± SD	6,89 ± 0,02	

Hasil dari penetapan pH kolagen ceker ayam broiler dari semua replikasi yang dilakukan masih dalam batas Standar Nasional Indonesia yaitu dengan rentang pH antara 6,5 sampai 8. Kolagen dengan pH netral akan bersifat stabil dan penggunaannya akan menjadi lebih luas (Setiawati, 2009). pH yang terlalu asam dapat memicu hidrolisis protein, yang mengakibatkan pemutusan ikatan peptida dan penurunan massa molekul kolagen. Hal ini tidak hanya mengurangi kualitas kolagen, tetapi juga menurunkan rendemen karena sebagian kolagen rusak selama proses ekstraksi. Lingkungan yang terlalu asam juga berpotensi mempercepat korosi pada alat ekstraksi, memengaruhi efisiensi proses, dan menambah risiko kontaminasi logam. Penting untuk mengontrol pH dalam proses ekstraksi kolagen agar tetap dalam rentang yang optimal untuk menjaga struktur dan fungsinya (Febrina *et al*, 2022).

G. Hasil Penetapan Kadar Air Kolagen Ceker Ayam Broiler

Kadar air merupakan banyaknya air yang terkandung dalam kolagen yang dinyatakan dalam satuan persen. Air adalah salah satu parameter penting pada suatu sampel karena air dapat mempengaruhi bentuk, tekstur, dan rasa. Kadar air yang semakin tinggi maka akan membuat semakin lunak suatu bahan tersebut, dan apabila kadar air rendah maka akan membuat bahan menjadi lebih keras atau padat. Kadar air juga mempengaruhi daya simpan kolagen, semakin tinggi kadar air maka semakin rendah daya simpan kolagen, dan apabila semakin sedikit

kadar air maka semakin lama daya simpan kolagen (Nurhidayah, 2019). Hasil pengukuran kadar air kolagen dapat dilihat pada tabel 9.

Tabel 9. Hasil penetapan kadar air kolagen ceker ayam broiler

Bobot serbuk (g)	Kadar air (%)	Pustaka (SNI)
2,0	7,1	Memenuhi syarat jika <12%
2,0	6,9	
2,0	7,2	
Rata-rata ± SD	7,07 ± 0,12	

Berdasarkan hasil yang didapat diketahui bahwa hasil semua replikasi sampel kolagen ceker ayam menunjukkan hasil kadar air yang sudah memenuhi persyaratan Standar Nasional Indonesia. Kolagen dengan kadar air berlebih juga cenderung memiliki tekstur yang lengket atau basah, sehingga sulit diolah lebih lanjut, baik untuk aplikasi kosmetik, farmasi, maupun makanan. Penyimpanan jangka panjang, kadar air yang tinggi dapat memicu degradasi termal atau oksidatif, terutama jika disimpan pada suhu yang tidak sesuai (Sompie, 2015). Pengendalian kadar air dalam proses pengeringan dan penyimpanan sangat penting untuk memastikan kolagen tetap stabil, berkualitas tinggi, dan memiliki umur simpan yang optimal (Ulfah, 2011).

H. Hasil Penetapan Kadar Abu Kolagen Ceker Ayam Broiler

Kadar abu merupakan merupakan ukuran jumlah mineral atau senyawa anorganik yang tersisa dalam kolagen setelah pembakaran sempurna pada suhu tinggi (500-600°C). Kadar abu dalam kolagen mencerminkan kandungan mineral yang berasal dari bahan baku ceker ayam, seperti kalsium, fosfor, magnesium, atau sisa-sisa bahan lain dari proses ekstraksi, seperti larutan pengendap atau kontaminan (Santosa *et al.*, 2018).

Tabel 10. Hasil penetapan kadar abu kolagen ceker ayam broiler

Bobot serbuk (g)	Kadar abu (%)	Pustaka (SNI)
1,0	0,00053	Memenuhi syarat jika <1%
1,0	0,00035	
1,0	0,00022	
Rata-rata ± SD	0,00036 ± 0,00013	

Kadar abu yang diperoleh 0,00036 kurang dari 1% sudah memenuhi standar yang ditentukan. menunjukkan bahwa bahan tersebut mengandung sedikit senyawa anorganik atau mineral yang tidak mudah terbakar. Sebagian besar komponen yang ada dalam bahan tersebut adalah bahan organik, seperti protein (dalam hal ini kolagen), yang tidak meninggalkan residu setelah pembakaran (Santosa *et al.*, 2018)

I. Hasil Pembuatan Formulasi Emulgel Kolagen Ceker Ayam Broiler

Emulgel kolagen ceker ayam broiler memiliki beberapa basis diantaranya yaitu HPMC digunakan sebagai *gelling agent*, gliserin digunakan sebagai humektan, parafin cair digunakan sebagai penghidrasi, tween 80 dan span 80 digunakan sebagai emulgator, phenoxyethanol digunakan sebagai pengawet, dan aquadest digunakan sebagai pelarut.

J. Hasil Pengujian Sifat Fisik Emulgel

Pengujian mutu fisik sediaan emulgel kolagen ceker ayam broiler dilakukan dengan tujuan untuk memastikan mutu dari sediaan yang akan dioleskan pada luka bakar. Pengujian mutu fisik sediaan emulgel meliputi uji organoleptis, uji homogenitas, uji pH, uji viskositas, uji daya sebar, uji daya lekat, uji tipe emulsi, dan uji stabilitas. Perhitungan formula emulgel, proses pembuatan emulgel, dan pengujian mutu fisik sediaan emulgel kolagen ceker ayam broiler dapat dilihat pada lampiran 17.

1. Uji organoleptis

Pengujian organoleptis pada sediaan emulgel kolagen ceker ayam broiler meliputi warna, bau, dan konsistensi. Hasil pengujian organoleptis sediaan emulgel kolagen ceker ayam broiler dapat dilihat pada tabel 11.

Tabel 11. Hasil pengujian organoleptis emulgel kolagen ceker ayam broiler

Organoleptis	Formula 1	Formula 2	Formula 3	Kontrol negatif
Warna	Putih	Putih	Putih	Putih
Bau	Khas ekstrak	Khas ekstrak	Khas ekstrak	Tidak berbau
Konsistensi	Agak kental	Kental	Kental	Kental

Keterangan :

- F1 : Emulgel kolagen ceker ayam broiler dengan konsentrasi HPMC 2%
- F2 : Emulgel kolagen ceker ayam broiler dengan konsentrasi HPMC 2,5%
- F3 : Emulgel kolagen ceker ayam broiler dengan konsentrasi HPMC 3%
- F4 : Kontrol negatif dengan konsentrasi HPMC 3% (Tanpa zat aktif kolagen)

Hasil pengamatan secara organoleptis didapatkan hasil yaitu semua formula tidak memiliki perbedaan warna termasuk kontrol negatif karena zat aktif kolagen yang ditambahkan pada formula 1, 2, dan 3 juga berwarna putih sehingga tidak berpengaruh pada perubahan warna formula. Kontrol negatif tidak berbau, berbeda dengan formula 1, 2, dan 3 yang memiliki bau khas ekstrak kolagen ceker ayam broiler. Pada

formula 1 yang memiliki kandungan HPMC paling sedikit memiliki konsistensi agak kental dibandingkan dengan formula 2, 3, dan kontrol negatif yang lebih kental, artinya penambahan HPMC pada formula berpengaruh pada konsistensi sediaan emulgel.

2. Uji homogenitas

Pengujian homogenitas dilakukan secara visual dengan melihat ada atau tidaknya butiran kasar pada permukaan *object glass*. Hasil uji homogenitas dapat dilihat pada tabel 12.

Tabel 12. Hasil pengujian homogenitas emulgel kolagen ceker ayam broiler

Homogenitas	Formula 1	Formula 2	Formula 3	Kontrol negatif
H1	Homogen	Homogen	Homogen	Homogen
H21	Homogen	Homogen	Homogen	Homogen

Keterangan :

- F1 : Emulgel kolagen ceker ayam broiler dengan konsentrasi HPMC 2%
- F2 : Emulgel kolagen ceker ayam broiler dengan konsentrasi HPMC 2,5%
- F3 : Emulgel kolagen ceker ayam broiler dengan konsentrasi HPMC 3%
- F4 : Kontrol negatif dengan konsentrasi HPMC 3% (Tanpa zat aktif kolagen)

Hasil uji homogenitas dapat disimpulkan bahwa penambahan kolagen ceker ayam broiler pada sediaan emulgel tidak menunjukkan adanya gumpalan atau butiran kasar pada sediaan emulgel dan kandungan zat aktif ada semua sisi rata sehingga sediaan emulgel akan merata dan tidak mengiritasi saat diaplikasikan ke kulit. HPMC (*Hydroxypropyl Methylcellulose*) dan kolagen ceker ayam memiliki peran yang saling mendukung dalam meningkatkan homogenitas emulgel. HPMC berfungsi sebagai pengental dan penstabil yang meningkatkan viskositas serta membantu menciptakan gel yang stabil dengan menjaga keseimbangan antara fase minyak dan air dalam emulgel. HPMC dalam formulasi emulgel memastikan bahwa kedua fase tersebut tercampur secara merata dan mencegah pemisahan, sehingga menghasilkan tekstur yang konsisten (Daood *et al.*, 2019).

Kolagen ceker ayam, yang kaya akan protein kolagen, memberikan manfaat tambahan seperti meningkatkan elastisitas dan hidrasi kulit, serta memberikan efek regenerasi. Kolagen ceker ayam tidak berperan langsung dalam menambah kekentalan, namun kolagen ceker ayam dapat meningkatkan kemampuan emulgel untuk melembabkan dan merawat kulit (Atiningsih *et al.*, 2021). Kombinasi keduanya, HPMC memberikan stabilitas dan viskositas, sementara kolagen ceker ayam memperkaya fungsi emulgel, menghasilkan produk

yang homogen, stabil, dan memberikan manfaat perawatan kulit yang lebih optimal.

3. Uji pH

Pengujian terhadap pH dilakukan untuk melihat tingkat keasaman dan kebiasaan dari sediaan emulgel kolagen ceker ayam broiler untuk menjamin sediaan tidak menyebabkan iritasi pada kulit. Hasil pengujian pH sediaan emulgel kolagen ceker ayam dijabarkan dalam tabel 13.

Tabel 13. Hasil uji pH

Formula	Hari ke-0	Hari ke-21
F1	4,88 ± 0,02*	4,90 ± 0,01
F2	5,30 ± 0,01*	5,34 ± 0,01
F3	5,73 ± 0,02*	5,77 ± 0,02
F4	6,22 ± 0,04*	6,28 ± 0,07

Keterangan :

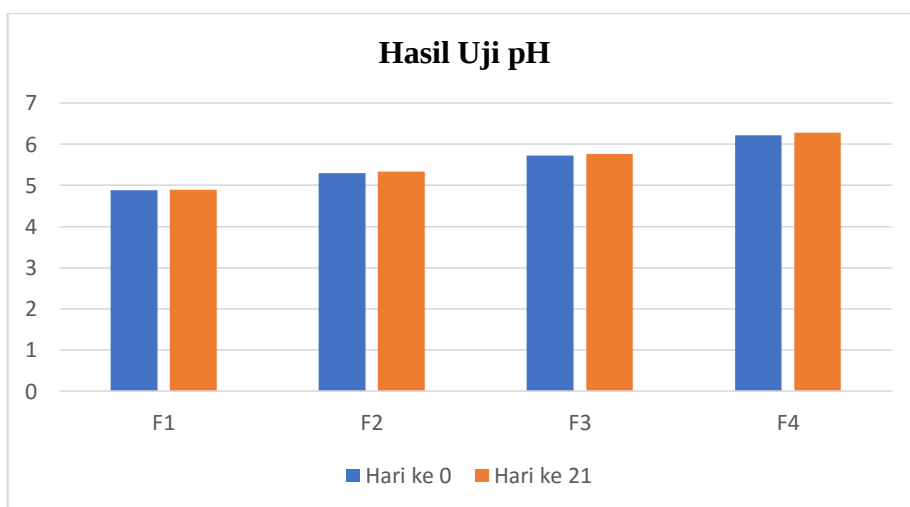
F1 : Emulgel kolagen ceker ayam broiler dengan konsentrasi HPMC 2%

F2 : Emulgel kolagen ceker ayam broiler dengan konsentrasi HPMC 2,5%

F3 : Emulgel kolagen ceker ayam broiler dengan konsentrasi HPMC 3%

F4 : Kontrol negatif dengan konsentrasi HPMC 3% (Tanpa zat aktif kolagen)

* : Berbeda signifikan antar formula



Gambar 17. Hasil uji pH

Hasil pengujian pH sediaan emulgel kolagen ceker ayam dengan variasi HPMC memenuhi standar pH kulit 4,5 – 6,5 (Raju *et al.*, 2019). Formula 3 dan formula 4 sama-sama menggunakan HPMC dengan konsentrasi yang sama yaitu 3%, yang membedakan antara keduanya adalah, formula 4 tidak mengandung kolagen ceker ayam. Formula 4 memiliki pH lebih tinggi dibandingkan dengan formula 1. Kolagen secara alami memiliki sifat asam akibat kandungan asam amino bermuatan negatif, seperti asam glutamat dan asam aspartat, yang

terdapat dalam strukturnya (Ginting *et al*, 2022). Proses ekstraksi kolagen biasanya dilakukan menggunakan larutan asam, seperti asam asetat atau asam klorida, untuk memecah ikatan jaringan ikat dan melarutkan kolagen dari ceker ayam. Sisa-sisa larutan asam dari proses ekstraksi tersebut dapat terbawa dalam kolagen, sehingga menurunkan pH akhir ketika kolagen ditambahkan ke dalam formulasi (Atiningsih *et al*, 2021).

Berdasarkan hasil statistik pada formula 3 dan 4, adanya penambahan kolagen ceker ayam broiler yang diperoleh nilai signifikansi ($p < 0,05$), sehingga penambahan kolagen berpengaruh terhadap penurunan pH. Formula 1, 2 dan 3 mengalami kenaikan pH karena konsentrasi HPMC yang ditambahkan semakin tinggi. Ketiga formula memiliki nilai signifikansi $< 0,05$ artinya terdapat perbedaan antar formula. Hasil uji *post hoc tukey* tidak ada lebih dari satu kelompok formula yang berada di kolom yang sama, maka data pH pada keempat formula memiliki perbedaan yang signifikan antar formula ($p < 0,05$). Hal ini membuktikan bahwa variasi konsentrasi HPMC pada sediaan emulgel kolagen ceker ayam broiler dapat berpengaruh secara signifikan terhadap pH sediaan.

4. Uji viskositas

Uji viskositas ini dilakukan untuk mengetahui tingkat kekentalan dari sediaan emulgel kolagen ceker ayam broiler yang akan berpengaruh terhadap efektivitas pemakaian yang diinginkan serta kenyamanan dalam penggunaan, sehingga tidak boleh terlalu kental dan terlalu encer. Viskositas emulgel yang terlalu encer akan menurunkan daya lekat pada kulit sehingga efektivitas penghantaran zat aktif menjadi rendah, sedangkan jika viskositas sediaan terlalu kental dapat memberikan ketidaknyamanan saat sediaan digunakan (Aznury *et al.*, 2020).

Pengujian ini menggunakan alat viskometer *Brookfield* dan masing-masing formula menggunakan spindel yang sama yaitu spindel no. 7 dengan kecepatan 60 rpm. Hasil pengujian viskositas sediaan emulgel kolagen ceker ayam dijabarkan dalam tabel 14.

Tabel 14. Hasil uji viskositas

Formula	Hari ke-0	Hari ke-21
F1	6.171,33 ± 171,50*	6.211,00 ± 64,26
F2	6.766,67 ± 58,11*	7.011,00 ± 34,77**
F3	7.800,33 ± 38,14*	7.940,33 ± 46,01**
F4	8.485,33 ± 84,51*	8.572,67 ± 92,97

Keterangan :

F1 : Emulgel kolagen ceker ayam broiler dengan konsentrasi HPMC 2%

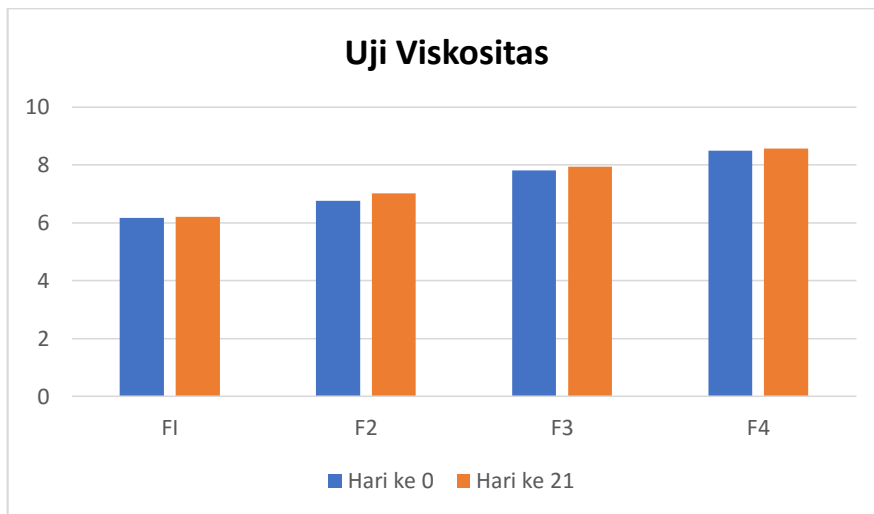
F2 : Emulgel kolagen ceker ayam broiler dengan konsentrasi HPMC 2,5%

F3 : Emulgel kolagen ceker ayam broiler dengan konsentrasi HPMC 3%

F4 : Kontrol negatif dengan konsentrasi HPMC 3% (Tanpa zat aktif kolagen)

* : Berbeda signifikan antar formula

** : Berbeda signifikan dengan data hari ke-0



Gambar 18. Hasil uji viskositas

Hasil pengujian viskositas emulgel, semua formula memiliki nilai yang sesuai standar yaitu 2.500 – 50.000 cPs (Agistia *et al.*, 2021). Formula 3 dan formula 4 memiliki perbedaan yang signifikan. Formula 3 dan 4 sama-sama menggunakan HPMC dengan konsentrasi yang sama yaitu 3%, namun formula 4 tidak ditambahkan dengan kolagen ceker ayam. Hasil yang diperoleh, nilai viskositas formula 3 lebih rendah dari formula 4. Kolagen ceker ayam pada formulasi dapat memengaruhi viskositas emulgel, terutama jika viskositas cenderung menurun. Hal ini terjadi karena kolagen, meskipun memiliki sifat pembentuk gel, biasanya menghasilkan larutan dengan viskositas yang lebih rendah dibandingkan dengan bahan pengental seperti HPMC (*Hydroxypropyl Methylcellulose*) (Amananti *et al* 2021). Kolagen ceker ayam ditambahkan dalam jumlah yang signifikan, itu dapat mengurangi konsentrasi efektif HPMC dalam sistem, sehingga menurunkan kemampuan HPMC untuk membentuk

struktur jaringan gel yang kaku. Selain itu, kolagen ceker ayam yang terhidrolisis memiliki ukuran molekul lebih kecil, yang juga dapat mengurangi interaksi antara molekul-molekul pengental dalam formulasi, sehingga memengaruhi viskositas sediaan antara formula 3 dan formula 4 (Cahya *et al*, 2022).

Viskositas formula 1, 2, dan 3 mengalami kenaikan baik pengujian hari ke-1 dan hari ke-21. Menurut penelitian dari Effect *et al*, (2024) HPMC (*Hydroxypropyl Methylcellulose*) memiliki rantai molekul yang panjang, sehingga memberikan efek pengentalan lebih besar karena molekul-molekul tersebut menciptakan hambatan terhadap aliran cairan. Semakin tinggi berat molekul atau konsentrasi HPMC, semakin tinggi viskositas yang dihasilkan. Hasil pengujian statistik menggunakan ANOVA, nilai signifikansi yang diperoleh $<0,05$ artinya keempat formula memiliki perbedaan. Uji dilanjutkan menggunakan *pos hoc* dengan hasil tidak ada lebih dari satu kelompok formula yang berada di kolom yang sama, maka data Viskositas pada keempat formula memiliki perbedaan yang signifikan antar formula ($p<0,05$). Hal ini membuktikan bahwa variasi konsentrasi HPMC pada sediaan emulgel kolagen ceker ayam broiler dapat berpengaruh secara signifikan terhadap viskositas sediaan.

5. Uji daya sebar

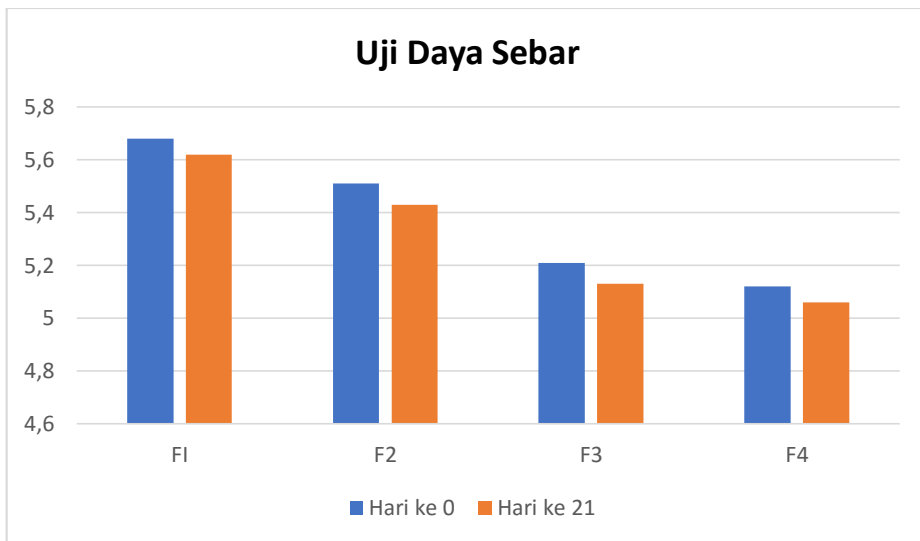
Uji daya sebar yang dilakukan dalam waktu masing-masing beban di timer selama 1 menit. Hal ini bertujuan untuk mengetahui seberapa luas sediaan emulgel yang menyebar pada kulit (Erwiyani *et al.*, 2018). Hasil pengujian daya sebar ditunjukkan pada tabel 15:

Tabel 15. Hasil uji daya sebar

Formula	Hari ke-0	Hari ke-21
F1	5,68 $\pm$ 0,54*	5,62 $\pm$ 0,56
F2	5,50 $\pm$ 0,55*	5,43 $\pm$ 0,54
F3	5,21 $\pm$ 0,58*	5,13 $\pm$ 0,57**
F4	5,12 $\pm$ 0,58*	5,06 $\pm$ 0,58

Keterangan :

- F1 : Emulgel kolagen ceker ayam broiler dengan konsentrasi HPMC 2%
- F2 : Emulgel kolagen ceker ayam broiler dengan konsentrasi HPMC 2,5%
- F3 : Emulgel kolagen ceker ayam broiler dengan konsentrasi HPMC 3%
- F4 : Kontrol negatif dengan konsentrasi HPMC 3% (Tanpa zat aktif kolagen)
- * : Berbeda signifikan antar formula
- ** : Berbeda signifikan dengan data hari ke-0



Gambar 19. Hasil uji daya sebar

Hasil pengujian daya sebar emulgel ekstrak kolagen ceker ayam, formula 3 memiliki daya sebar yang lebih tinggi dari pada formula 4, artinya penambahan kolagen ceker ayam broiler berpengaruh terhadap kenaikan daya sebar. Menurut penelitian dari Daud dan Suryanti, (2017) Viskositas merupakan ukuran kekentalan atau resistensi aliran suatu bahan, di mana viskositas yang lebih tinggi cenderung menghasilkan sediaan yang lebih kental dan kurang mudah menyebar. Sebaliknya, sediaan dengan viskositas rendah akan lebih cair dan mudah menyebar di permukaan. Daya sebar yang baik sangat penting untuk memastikan sediaan dapat diaplikasikan secara merata, meningkatkan penyerapan bahan aktif, dan memberikan kenyamanan saat digunakan. Viskositas terlalu rendah, sediaan bisa menjadi terlalu encer, sulit diaplikasikan secara stabil, dan kurang memberikan perlindungan pada area yang dioleskan.

Daya sebar antara formula 1, 2 dan 3 memiliki perbedaan yang signifikan, dilihat dari pendekatan statistik menggunakan ANOVA, nilai signifikansi ketiga formula $< 0,05$. Hasil uji *pos hoc*, untuk keseluruhan formula memiliki nilai signifikansi $< 0,05$ yang artinya variasi konsentrasi HPMC pada sediaan emulgel kolagen ceker ayam broiler dapat berpengaruh secara signifikan terhadap daya sebar sediaan.

6. Uji daya lekat

Uji daya lekat bertujuan untuk mengetahui waktu yang dibutuhkan emulgel untuk melekat pada kulit. Daya lekat yang baik memungkinkan sediaan emulgel tidak mudah lepas dan semakin lama

melekat pada kulit, sehingga dapat menghasilkan efek yang diinginkan. Hasil pengujian daya lekat ditunjukkan pada tabel 16:

Tabel 16. Hasil uji daya lekat

Formula	Hari ke-0	Hari ke-21
F1	5,04 ± 0,33 ^{a,*}	5,06 ± 0,03
F2	5,10 ± 0,02 ^{a,*}	5,12 ± 0,02
F3	5,17 ± 0,02*	5,20 ± 0,01**
F4	5,20 ± 0,01*	5,22 ± 0,01

Keterangan :

F1 : Emulgel kolagen ceker ayam broiler dengan konsentrasi HPMC 2%

F2 : Emulgel kolagen ceker ayam broiler dengan konsentrasi HPMC 2,5%

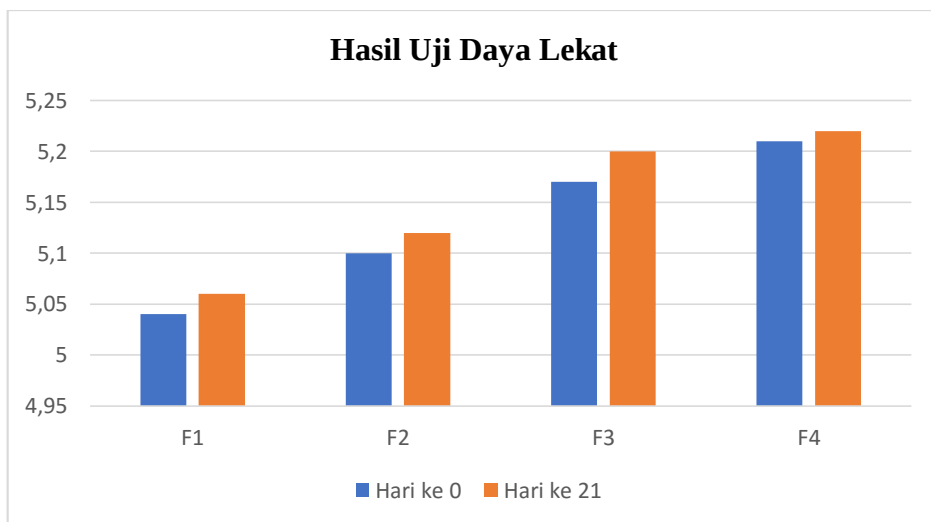
F3 : Emulgel kolagen ceker ayam broiler dengan konsentrasi HPMC 3%

F4 : Kontrol negatif dengan konsentrasi HPMC 3% (Tanpa zat aktif kolagen)

^a : Berbeda signifikan dengan kontrol negatif (Formula 1 dan Formula 2)

* : Berbeda signifikan antar formula

** : Berbeda signifikan dengan data hari ke-0



Gambar 20. Hasil uji daya lekat

Berdasarkan tabel dan grafik data yang didapatkan semua formula memenuhi syarat daya lekat yang baik. Daya lekat emulgel yang baik adalah lebih dari 4 detik (Agistia *et al.*, 2021). Formula 3 dan formula 4 sama-sama menggunakan HPMC yang sama yaitu 3%. Hasil daya lekat formula 3 lebih rendah dibandingkan dengan formula 4. Penambahan kolagen ceker ayam dapat menyebabkan daya lekat suatu formulasi, seperti emulgel, menurun karena sifat kolagen yang tidak secara langsung berkontribusi pada peningkatan adhesi. Kolagen ceker ayam, terutama dalam bentuk terhidrolisis, memiliki ukuran molekul kecil yang lebih larut dalam air dan cenderung memberikan tekstur licin pada formulasi (Atiningsih *et al.*, 2021).

Formula 1, 2 dan 3 memiliki nilai daya lekat yang meningkat ketika penambahan HPMC yang semakin tinggi konsentrasinya. HPMC sendiri memiliki kemampuan untuk mempengaruhi viskositas pada emulgel. Viskositas yang tinggi ini dapat membuat waktu kontak yang lebih lama dengan kulit (Nurdianti, 2018). Pengujian statistik menggunakan ANOVA, semua formula memiliki signifikansi $<0,05$ artinya terdapat perbedaan yang bermakna antar formula. Pengujian *pos hoc* diperoleh Formula 3 dan Formula 4 berada di kolom yang sama, maka Formula 3 dan Formula 4 tidak memiliki perbedaan yang signifikan ($p>0,05$) karena menggunakan konsentrasi HPMC yang sama sedangkan di kolom yang lain tidak ada lebih dari satu kelompok formula yang berada di kolom yang sama, seperti formula 1, 2 dan 3, hasil signifikansi yang diperoleh <0.05 artinya variasi konsentrasi HPMC pada sediaan emulgel kolagen ceker ayam broiler dapat berpengaruh secara signifikan terhadap daya lekat sediaan.

7. Tipe Emulgel

Tabel 17. Hasil tipe emulgel kolagen ceker ayam

Metode	Hasil			
	Formula 1	Formula 2	Formula 3	Formula 4
Metode pengenceran (M/A)	Larut dalam air M/A (minyak / air)	Larut dalam air M/A (minyak / air)	Larut dalam air M/A (minyak / air)	Larut dalam air M/A (minyak / air)
Metode pewarnaan (Metylen Blue)	Homogen dalam metilen blue M/A (minyak / air)	Homogen dalam metilen blue M/A (minyak / air)	Homogen dalam metilen blue M/A (minyak / air)	Homogen dalam metilen blue M/A (minyak / air)
Konduktibilitas elektrik (Voltmeter)	Jarum bergerak M/A (minyak / air)	Jarum bergerak M/A (minyak / air)	Jarum bergerak M/A (minyak / air)	Jarum bergerak M/A (minyak / air)

Keterangan :

- F1 : Emulgel kolagen ceker ayam broiler dengan konsentrasi HPMC 2%
- F2 : Emulgel kolagen ceker ayam broiler dengan konsentrasi HPMC 2,5%
- F3 : Emulgel kolagen ceker ayam broiler dengan konsentrasi HPMC 3%
- F4 : Kontrol negatif dengan konsentrasi HPMC 3% (Tanpa zat aktif kolagen)

Hasil pengujian emulgel kolagen ceker ayam, menggunakan tiga metode pengujian tipe emulgel, semua menyatakan minyak dalam air (O/W). Metode yang pertama adalah pengenceran dengan air, yang hasilnya semua formula dapat tercampur dengan baik dengan air tanpa ada gumpalan dan endapan (Murdiana *et al.*, 2022). Metode pewarnaan menggunakan metilen blue, menghasilkan minyak dalam air. Metode pewarnaan digunakan untuk mengidentifikasi jenis emulgel, termasuk emulsi minyak dalam air (M/A). Emulsi M/A, fase kontinu adalah air,

sedangkan minyak terdispersi dalam bentuk globula kecil. Pewarna larut air, seperti metil biru, sering digunakan untuk menganalisis jenis emulsi ini. Ketika pewarna ditambahkan ke dalam emulsi, pewarna tersebut akan larut dalam fase air, sehingga memberikan warna pada bagian air, sedangkan globula minyak tetap tidak berwarna (Damar *et al*, 2022). Metode hantaran listrik yang ditandai dengan terjadinya pergerakan jarum kekanan voltmeter yang menandakan emulgel ekstrak kolagen ceker ayam tersebut adalah tipe minyak dalam air (M/A) (Mardikasari *et al*, 2020). HPMC berperan dalam menghasilkan formulasi yang lebih seragam karena sifatnya yang mampu membentuk lapisan pelindung atau emulsi yang stabil. Ketika HPMC dilarutkan dalam air atau pelarut lain, ia menciptakan struktur yang mempermudah penyebaran partikel secara merata di dalam larutan. Sifat ini sangat penting, terutama pada sediaan topikal, di mana pemerataan distribusi bahan aktif atau partikel menjadi faktor utama untuk efektivitas produk (Harliantika dan Noval, 2021).

8. Uji stabilitas emulgel

Pengujian stabilitas sediaan emulgel kolagen ceker ayam menggunakan metode *freeze thaw* selama 6 siklus dan diamati selama kurang lebih 24 jam dengan menggunakan suhu yang berbeda yaitu 4°C selama 24 jam dan 40°C selama 24 jam, keduanya dihitung 1 siklus. Parameter pengamatan stabilitas meliputi organoleptis, pemisahan fase, homogenitas, viskositas, dan pH.

Tabel 18. Hasil stabilitas emulgel

Pengujian	Formula	Sebelum	Sesudah	Paire d t-Test	Kesimpulan
Organoleptis (warna, bau, bentuk)	Formula 1	Putih Khas ekstrak Agak kental	Putih Khas ekstrak Agak kental	-	Stabil
	Formula 2	Putih Khas ekstrak Kental	Putih Khas ekstrak Kental		Stabil
	Formula 3	Putih Khas ekstrak Kental	Putih Khas ekstrak Kental		Stabil
	Formula 4(-)	Putih Tidak berbau Kental	Putih Tidak berbau Kental		Stabil
	Formula 1	Tidak Memisah	Tidak Memisah	-	Stabil
	Formula 2	Tidak Memisah	Tidak Memisah		Stabil
	Formula 3	Tidak Memisah	Tidak Memisah		Stabil
	Formula 4(-)	Tidak Memisah	Tidak Memisah		Stabil
Homogenitas	Formula 1	Homogen	Homogen	-	Stabil
	Formula 2	Homogen	Homogen		Stabil
	Formula 3	Homogen	Homogen		Stabil
	Formula 4(-)	Homogen	Homogen		Stabil
Tipe emulgel	Formula 1	M/A	M/A	-	Stabil
	Formula 2	M/A	M/A		Stabil
	Formula 3	M/A	M/A		Stabil
	Formula 4(-)	M/A	M/A		Stabil
pH	Formula 1	4,77 ± 0,02	4,73 ± 0,02	>0,05	Stabil
	Formula 2	5,27 ± 0,01	5,25 ± 0,01	>0,05	Stabil
	Formula 3	5,67 ± 0,02	5,63 ± 0,02	>0,05	Stabil
	Formula 4(-)	6,35 ± 0,02	6,31 ± 0,04	>0,05	Stabil
Viskositas	Formula 1	6.161,67 ± 70,67	5.984,33 ± 16,17	>0,05	Stabil
	Formula 2	6.783,67 ± 151,16	6.597,67 ± 99,11*	<0,05	Tidak Stabil
	Formula 3	7.941,33 ± 73,53	7.788,33 ± 64,45*	<0,05	Tidak Stabil
	Formula 4(-)	8.428,33 ± 125,29	8.233,67 ± 57,57	>0,05	Stabil

Keterangan :

F1 : Emulgel kolagen ceker ayam broiler dengan konsentrasi HPMC 2%

F2 : Emulgel kolagen ceker ayam broiler dengan konsentrasi HPMC 2,5%

F3 : Emulgel kolagen ceker ayam broiler dengan konsentrasi HPMC 3%

F4 : Kontrol negatif dengan konsentrasi HPMC 3% (Tanpa zat aktif kolagen)

* : Berbeda signifikan dengan data sebelum stabilitas

Sebelum dan setelah dilakukan stabilitas sediaan tetap stabil dan konsisten terkait organoleptis, baik warna, bau dan bentuk sediaan emulgel kolagen ceker ayam. Suhu penyimpanan tidak berpengaruh terhadap fisik dari emulgel kolagen ceker ayam. HPMC dapat menjaga kestabilan emulgel ceker ayam karena sifatnya yang mampu membentuk lapisan pelindung yang stabil dan menjaga viskositas produk. HPMC

berfungsi sebagai pengental dan pembentuk gel yang membantu mempertahankan tekstur emulgel agar tetap homogen, mengurangi pemisahan fase antara minyak dan air. Selain itu, HPMC juga memfasilitasi distribusi bahan aktif secara merata, sehingga meningkatkan efektivitas produk dan memastikan kestabilan emulgel dalam jangka waktu yang lebih lama (Wahyuni *et al.*, 2019).

Hasil pengujian stabilitas yang selanjutnya adalah seluruh formula emulgel ekstrak kolagen ceker ayam tetap homogen ketika dioleskan pada *object glass*, dan tidak ada gumpalan yang timbul. Pemisahan fase juga tidak terjadi ketika masa penyimpanan. Dampak pemisahan fase selama masa penyimpanan adalah zat aktif mengalami degradasi sehingga efek yang diinginkan tidak maksimal. Menimbulkan rasa tidak nyaman ketika dioleskan. Formula lebih cepat tengik atau berjamur, karena pengawet tidak bekerja secara maksimal (Nining *et al.*, 2019).

Pengujian stabilitas selanjutnya adalah tipe emulgel, semua formula emulgel kolagen ceker ayam masih sama seperti sebelum dilakukan uji stabilitas. Perubahan tipe emulgel dari minyak dalam air (*oil-in-water*, O/W) menjadi air dalam minyak (*water-in-oil*, W/O) pada sediaan emulgel dapat mempengaruhi berbagai karakteristik fisik, kimia, dan efikasi produk. Perubahan tipe emulsi dapat menyebabkan pemisahan fase atau kremasi, karena rasio fase minyak dan air berubah (Yani *et al.*, 2017). Hal ini mengakibatkan tampilan sediaan menjadi tidak homogen. Emulsi W/O memiliki fase luar minyak, sehingga teksturnya lebih berminyak dan kurang nyaman saat diaplikasikan, terutama pada kulit berminyak atau lembab (Nurdianti, 2018).

Pengujian stabilitas pH seluruh formula dinyatakan stabil, karena pH sebelum dan sesudah stabilitas tidak jauh berbeda. HPMC sendiri bersifat netral, sehingga tidak akan langsung mempengaruhi pH secara signifikan. Stabilitas pH lebih banyak dipengaruhi oleh komponen lain dalam formula, seperti bahan aktif atau pengatur pH, yang diatur dengan hati-hati dalam sediaan (Halid dan Saleh, 2019).

Pengujian stabilitas viskositas, formula 1 dan 4 mengalami sedikit penurunan setelah penyimpanan tetapi tidak berbeda jauh dari sebelum stabilitas. Formula 2 dan 3 mengalami penurunan yang signifikan dan dinyatakan tidak stabil dengan pendekatan statistika. Suhu tinggi dapat melemahkan ikatan hidrogen dalam matriks gel HPMC. Pada suhu rendah, beberapa komponen dapat mengendap, mengurangi homogenitas dan viskositas (Zebua dan Ridara, 2022). Pada formula 3

dan 4 sama-sama menggunakan konsentrasi HPMC 3%, namun pada formula 4 tidak ditambahkan kolagen. Formula 4 yang tidak mengandung kolagen justru lebih stabil dibandingkan dengan formula 3 yang ditambahkan kolagen, tetapi pada formula 1 dengan konsentrasi HPMC 2% menghasilkan stabilitas yang stabil. Hal ini menunjukkan bahwa penambahan kolagen pada konsentrasi HPMC yang terlalu banyak dapat mempengaruhi kestabilan pada viskositas sediaan emulgel.

K. Hasil Uji Penyembuhan Luka Bakar

Luka bakar adalah cedera pada kulit atau jaringan tubuh yang disebabkan oleh kontak langsung dengan panas, api, bahan kimia, listrik, atau radiasi. Luka bakar dapat mempengaruhi lapisan kulit yang berbeda, mulai dari lapisan terluar (epidermis) hingga lapisan yang lebih dalam, seperti dermis atau jaringan bawah kulit. Berdasarkan tingkat keparahannya, luka bakar dibagi menjadi tiga derajat, yaitu luka bakar derajat pertama yang hanya memengaruhi lapisan epidermis, luka bakar derajat kedua yang mencakup epidermis dan dermis, serta luka bakar derajat ketiga yang merusak seluruh lapisan kulit dan jaringan di bawahnya. Penanganan luka bakar yang tepat dan cepat sangat penting untuk mencegah infeksi, mengurangi rasa sakit, serta mempercepat proses penyembuhan (Balqis *et al*, 2014).

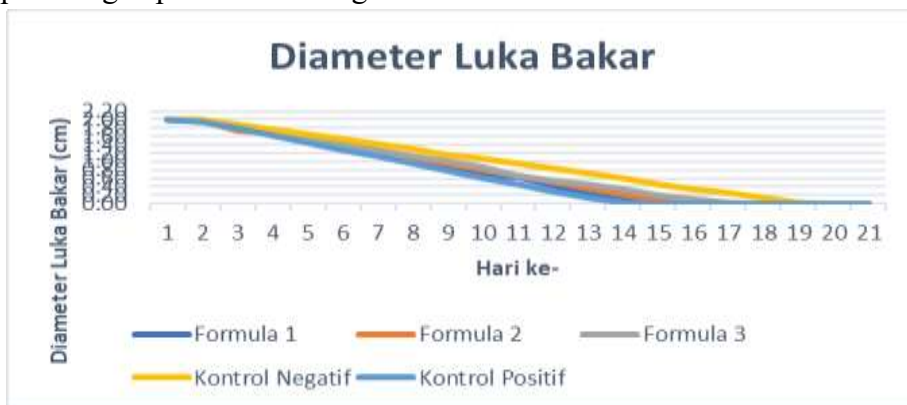
Penyembuhan luka bakar dengan menggunakan parameter pengecilan diameter luka dengan skala cm. Pengamatan aktivitas penyembuhan luka bakar pada kelinci dilakukan dengan cara visual yang dimana proses penyembuhan berlangsung normal, pengamatan dilakukan selama 19 hari dan pada setiap hari dilakukan pengukuran penyembuhan diameter luka dengan menggunakan jangka sorong (Onibala *et al.*, 2023).

Proses penyembuhan luka bakar terdiri dari tiga fase yaitu fase inflamasi, fase proliferasi, dan fase maturasi. Pada fase inflamasi, jaringan kulit yang terluka menyebabkan pecahnya pembuluh darah dan terjadinya pendarahan. Dalam keadaan ini, tubuh secara otomatis mengirimkan sinyal ke otak atau sistem saraf pusat untuk memberitahu adanya kerusakan yang terjadi. Proses yang terjadi disebut sebagai inflamasi awal, yang bertujuan untuk menghentikan pendarahan. Fase inflamasi biasanya berlangsung sekitar 3-5 hari. Pada fase inflamasi pada hewan uji ke-2 dan 4 sudah sembuh pada hari ke-3, sedangkan hewan uji ke-1, 3, dan 5 sembuh pada hari ke-4 ditunjukkan dengan penurunan

tanda-tanda inflamasi seperti kemerahan dan pembengkakan. Pada tahap ini, proses perbaikan jaringan mulai masuk ke fase poliferasi, yang ditandai dengan pembentukan jaringan epitel. Hal ini menunjukkan bahwa kolagen ceker ayam broiler mampu bekerja dalam mempercepat pertumbuhan jaringan baru (Setyawati *et al.*, 2018).

Fase proliferasi berlangsung dari hari ke-5 hingga hari ke-14. Pada hari ke-14, semua hewan uji sudah melewati fase poliferasi yang ditandai dengan tertutupnya luka dengan jaringan epitel baru dan pembentukan jaringan parut. Selama fase ini, luka akan dipenuhi oleh sel radang, fibroblast, dan membentuk jaringan berwarna kemerahan yang rentan berdarah. Kolagen merupakan protein yang berfungsi untuk meningkatkan ketegangan pada permukaan kulit yang terluka, sehingga dapat membantu mempercepat penutupan luka (Safithri *et al.*, 2019).

Setelah fase proliferasi selesai, luka bakar akan masuk ke fase dimana jaringan parut akan semakin diperkuat dan memadat. Fase ini disebut fase maturasi yang artinya luka bakar dinyatakan sembuh secara keseluruhan yang ditandai dengan pemadatan jaringan parut dan perbaikan elastisitas kulit (Thahir *et al.*, 2022). Fase maturasi berlangsung selama 21 hari dan dinyatakan selesai ketika semua tanda peradangan pada luka hilang.



Gambar 21. Diameter luka bakar

Berdasarkan rata-rata diameter luka bakar dapat dilihat bahwa pada pengamatan hari ke 1-21 pada kontrol positif mengalami peningkatan yang cukup signifikan dilanjut dengan formula I dengan konsentrasi HPMC 2% (dengan kolagen ceker ayam), kemudian formula II dengan konsentrasi HPMC 2,5% (dengan kolagen ceker ayam), formula III dengan konsentrasi HPMC 3% (dengan kolagen ceker ayam)

dan yang paling lambat penyembuhan luka bakar pada kontrol negatif atau formula IV yang hanya berisi basis tanpa kolagen ceker ayam.

Kolagen dari ceker ayam memiliki potensi sebagai penyembuh luka bakar derajat II karena kemampuannya dalam merangsang proses penyembuhan dan regenerasi jaringan. Kolagen berperan penting dalam pembentukan jaringan baru pada luka bakar dengan menyediakan struktur yang mendukung pertumbuhan sel-sel baru, seperti fibroblas, yang bertanggung jawab dalam produksi kolagen tubuh. Selain itu, kolagen ceker ayam juga mengandung asam amino esensial yang mendukung sintesis kolagen tubuh manusia, meningkatkan elastisitas dan kekuatan kulit yang terluka (Thahir *et al*, 2022). Kolagen ini dapat mempercepat pembentukan jaringan granulasi dan membantu dalam pembentukan lapisan kulit baru, memperbaiki kerusakan pada dermis yang terjadi pada luka bakar derajat II, serta mengurangi peradangan dan meningkatkan proses regenerasi kulit. Dengan demikian, kolagen ceker ayam dapat menjadi alternatif alami yang efektif dalam mempercepat penyembuhan luka bakar dan mengurangi risiko pembentukan jaringan parut (Syam *et al*, 2015).

Proses penyembuhan luka bakar pada kulit punggung kelinci juga dapat dipengaruhi oleh keadaan fisiologis hewan uji yang dapat mempertahankan tubuh dari terkenanya benda asing pada kulit kelinci. Cepat atau lambatnya penyembuhan luka bakar dapat ditentukan dengan pengaruh penambahan ekstrak dengan konsentrasi yang berbeda pada setiap formula (Azaria *et al*, 2017).

Mekanisme variasi HPMC dalam penyembuhan luka bakar pada punggung kelinci adalah HPMC sering digunakan sebagai pembawa bahan aktif dalam sediaan luka bakar. HPMC memiliki sifat yang lembut dan tidak iritatif sehingga membantu mengurangi rasa nyeri pada area luka. Selain itu, lingkungan lembab yang dihasilkan oleh lapisan gel dapat menekan peradangan, mempercepat proses pemulihan, dan mengurangi risiko pembentukan jaringan parut yang berlebihan (Cahya *et al*, 2022).

Hasil persentase kesembuhan luka bakar dapat dilihat pada tabel 19.

Tabel 19. Hasil rata-rata persen penyembuhan luka bakar

Hari	Penyembuhan Luka (%)				
	F1	F2	F3	K-	K+
1	0	0	0	0	0
2	2,05	1,85	1,65	0	2,575
3	10,35	12,735	8,6	6,225	10,905
4	17,975	16,7	15,4	11,925	19,235
5	24,175	23,8	22,3	17,875	27,565
6	33,3	30,9	29	23,725	35,895
7	40,125	38,15	37,05	29,6	44,225
8	47,775	45,4	44,25	35,625	52,555
9	57,075	52,7	49,3	41,725	60,885
10	64,975	59,8	56,2	47,125	69,215
11	68,5	67,2	67,375	52,85	77,426
12	78,025	74,3	72,35	58,225	85,875
13	88,525	81,4	76,5	63,375	93,6465
14	95,35	89	83,4	70,525	98,725
15	98,775	95,675	89,725	76,75	100
16	100	98,875	94,7	82,625	100
17	100	100	98,475	87,825	100
18	100	100	100	92,6	100
19	100	100	100	98,65	100
20	100	100	100	100	100
21	100	100	100	100	100

Keterangan :

- F1 : Emulgel kolagen ceker ayam broiler dengan konsentrasi HPMC 2%
 F2 : Emulgel kolagen ceker ayam broiler dengan konsentrasi HPMC 2,5%
 F3 : Emulgel kolagen ceker ayam broiler dengan konsentrasi HPMC 3%
 F4 : Kontrol negatif dengan konsentrasi HPMC 3% (Tanpa zat aktif kolagen)

Berdasarkan hasil analisis statistik menggunakan SPSS untuk diameter kesembuhan luka bakar dari hari 1 hingga hari 21, ditemukan bahwa data tidak terdistribusi normal (hasil uji normalitas) dan memiliki varian yang tidak homogen (hasil uji homogenitas). Karena itu, uji statistik non-parametrik digunakan sebagai alternatif untuk menggantikan metode ANOVA.

Sebagai alternatif uji ANOVA untuk data dengan lebih dari dua kelompok, digunakan uji *Kruskal-Wallis*. Selain itu, untuk analisis lanjutan (*post-hoc*) sebagai pengganti uji SNK, digunakan metode *Mann-Whitney U*. Uji *Kruskal-Wallis* dilakukan pada data hari ke-15, karena pada hari tersebut terdapat kelompok formula yang menunjukkan kesembuhan luka bakar 100%.

Hasil uji *Kruskal-Wallis* menunjukkan nilai signifikansi kurang dari 0,05% yang berarti terdapat perbedaan signifikan pada persentase kesembuhan luka bakar di antara kelima kelompok uji pada hari ke-15.

Selanjutnya, hasil uji *Mann-Whitney U* menunjukkan nilai signifikansi lebih dari 0,05 antara Formula 1 dan Kontrol Positif, sehingga tidak terdapat perbedaan yang signifikan antara keduanya. Dengan demikian, Formula 1 memiliki efektivitas yang hampir setara dengan kontrol positif. Hasil penyembuhan luka menunjukkan bahwa Formula 1 memiliki hasil terbaik, diikuti oleh Formula 2, Formula 3, dan kelompok kontrol negatif, yang menunjukkan proses penyembuhan paling lambat.

Perbedaan kecepatan penyembuhan luka pada kelompok uji dapat dijelaskan berdasarkan aktivitas bahan aktif dalam formula, khususnya kandungan kolagen yang berasal dari ceker ayam dan kandungan HPMC yang paling sedikit sehingga sediaan lebih cepat diserap oleh kulit karena lebih encer dibandingkan formula lain yang memiliki tekstur lebih kental. Formula 1 menunjukkan hasil penyembuhan yang paling baik karena kandungan kolagen ceker ayamnya memiliki peran penting dalam mempercepat proses regenerasi jaringan. Kolagen, sebagai protein struktural utama dalam kulit, membantu meningkatkan sintesis fibroblas dan produksi matriks ekstraseluler yang penting untuk penyembuhan luka (Paramita, 2016). Oleh karena itu, keberadaan kolagen dari ceker ayam dan konsentrasi HPMC yang tidak terlalu banyak dapat membantu mengurangi peradangan dan mempercepat penyembuhan pada luka bakar.

Sebaliknya, kelompok kontrol negatif menunjukkan kecepatan penyembuhan yang lebih lambat karena tidak menerima kolagen atau terapi lainnya. Proses penyembuhan pada kelompok ini hanya bergantung pada mekanisme tubuh alami, yang cenderung lebih lambat dalam pembentukan jaringan baru dan perbaikan kerusakan kulit. Tanpa adanya bahan aktif seperti kolagen untuk merangsang proses tersebut, regenerasi jaringan menjadi terhambat.